

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-083730  
 (43)Date of publication of application : 31.03.1995

(51)Int.Cl. G01F 17/00

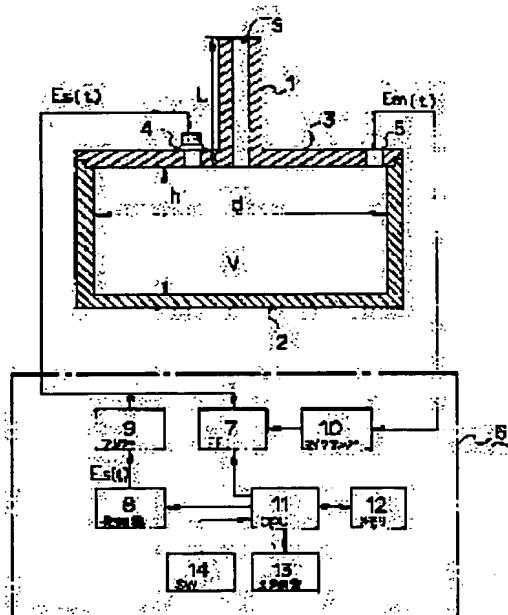
(21)Application number : 05-231732 (71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD  
 (22)Date of filing : 17.09.1993 (72)Inventor : IMANISHI MASANORI  
 TORII SHUJI

## (54) VOLUMENOMETER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an acoustic volumenometer which can eliminate measurement errors caused by a nonuniform temperature distribution in an acoustic resonator.

**CONSTITUTION:** The volume nometer is constituted so that the resonance frequency of a Helmholtz resonator constituted by connecting a container 2 which is an object to be measured to one end of an acoustic tube 1 and the resonance frequency of standing waves generated in the container 2 can be measured. Since the temperature for deciding the resonance frequency of the Helmholtz resonator and resonance frequency of standing waves are set so that they can become equal to each other and the sound velocities for deciding both resonance frequencies are regarded as the same, the volume of the container can be measured with high accuracy by erasing the sound velocities by taking the ratio between both resonance frequencies.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-83730

(43)公開日 平成7年(1995)3月31日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 F 17/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-231732

(22)出願日 平成5年(1993)9月17日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 今西 正則

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 扇居 修司

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

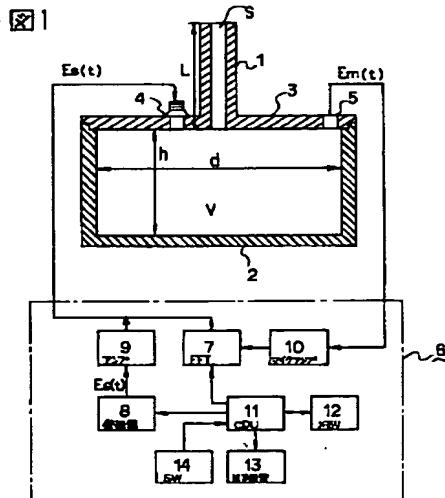
(74)代理人 弁理士 中村 純之助 (外1名)

(54)【発明の名称】 容積計

(57)【要約】

【目的】音響共振器内の不均一な温度分布に起因する測定誤差をなくすことができる音響式容積計を提供する。

【構成】音響管1の一端に被測定物となる容器2を接続して得られるヘルムホルツ共鳴器の共振周波数と、容器2の内部に発生する定在波の共振周波数を測定できるよう構成されている。ヘルムホルツ共鳴器の共振周波数と定在波の共振周波数を決定する温度は同じになるよう設定され、音速もまた同じとみなされるから、両共振周波数の比をとることにより、音速を消去し、精度の高い容積測定をおこなうことができる。



1…音響管	8…容積計
2…容器	9…音源用アンプ
3…重	10…マイクロホン用アンプ
4…音源	11…CPU
5…マイクロホン	12…メモリ
6…増算別印半波	13…仕力装置
7…FFTアナライザ	14…制御スイッチ

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】音響管の一端に被測定物となる容器を接続して形成されるヘルムホルツ共鳴器と、上記ヘルムホルツ共鳴器の共振周波数と、上記被測定物容器の内部に発生する定在波の共振周波数もしくは被測定物容器の蓋に設けられた空洞に発生する定在波の共振周波数とを測定する手段と、上記共振周波数から上記容器の容積を求める演算制御手段と、を具備することを特徴とする容積計。

【請求項2】音響管の一端に被測定物となる容器を接続し、他端にも他の容器を接続して構成される音響共振器と、上記音響共振器の共振周波数と、上記被測定物容器の内部に発生する定在波の共振周波数もしくは被測定物容器の蓋に設けられた空洞に発生する定在波の共振周波数とを測定する手段と、上記共振周波数から被測定物容器の容積を求める演算制御手段と、を具備することを特徴とする容積計。

\*20

$$f_1 = (c / 2\pi) \sqrt{(S / V L)}$$

(c : 音速、S : 音響管断面積、L : 音響管長さ、V : ※ 被測定物容器の容積) と音響管共鳴周波数  $f_2$

$$f_2 = c / (2L)$$

の比をとると音速cが同じであるから音速cは消去され、容積Vを求めることができるというものである。な★

$$c = \sqrt{(\gamma P_0 / \rho)} = \sqrt{(\gamma R T / \mu)}$$

( $\gamma$  : 定圧定積比熱比、P : 圧力、 $\rho$  : 密度、R : 気体定数、T : 絶対温度、 $\mu$  : 1モルの質量)

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、主音響共振器（ヘルムホルツ共鳴器）と補助音響共振器（ヘルムホルツ共鳴器の音響管）が空間的に離れていて、温度勾配がある場合はヘルムホルツ共鳴器と補助音響共振器の温度が異なり、この結果音速cはそれぞれ別の値をとり、ヘルムホルツ共振周波数  $f_1$  と補助音響共振周波数  $f_2$  の比をとっても音速cは消去できず、求める容積Vを精度よく測定できないという問題点があった。本発明はこのような従来の問題点に着目してなされたもので、主音響共振器（ヘルムホルツ共鳴器）の共振周波数  $f_1$  を決定する温度と等しい温度を持つ場所に発生する定在波の共振周波数  $f_3$  を求ることにより上記問題点を解決することを目的としている。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため本発明においては、特許請求範囲に記載するように構成されている。すなわち請求項1に記載された発明の音響式容積計は、音響管の一端に被測定物となる容器を接続して形成されるヘルムホルツ共鳴器と、上記ヘルムホルツ共鳴器の共振周波数と、上記被測定物となる容器の内部もしくは容器の蓋の空洞に発生する定在波の共振周波数とを測定する手段と、上記共振周波数から被測定物容器の容積を求める演算制御手段とを具備している。

## \* 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、音響共振器の各振動系の共振周波数を測定して被測定物の容積を求める音響式容積計に関し、特に不均一な温度分布に起因する誤差を低減させる高精度計測技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の容積計としては、特開昭63-4127号公報のようなものがある。特開昭63-44127号公報の内容は、容器に音響管を接続して得られるヘルムホルツ共鳴器に、補助音響共振器を音響的に結合するか、あるいは上記音響管を補助音響共振器として兼用するように構成された音響系において、上記ヘルムホルツ共鳴器の共振周波数と上記補助音響共振器の共振周波数との比より、温度や湿度の変化によって生ずる共振周波数変化の影響を補正し、上記容器の容積を求めるというものである。すなわちヘルムホルツ共鳴器と補助音響共振器の温度が同じ場合はヘルムホルツ共振周波数  $f_1$

… (数1)

… (数2)

★お音速cは下記(数3)式で与えられる。

… (数3)

波数と測定する手段と、上記共振周波数から上記容器の容積を求める演算制御手段とを具備している。また請求項2に記載された発明の音響式容積計は、音響管の一端に被測定物となる容器を接続し、他端にも他の容器を接続して構成される音響共振器と、上記音響共振器の共振周波数と、上記被測定物となる容器の内部もしくは容器の蓋の空洞に発生する定在波の共振周波数とを測定する手段と、上記共振周波数から被測定物容器の容積を求める演算制御手段とを具備している。

## 【0005】

【作用】上記のように、本発明の容積計においては、主音響共振器（ヘルムホルツ共鳴器）の共振周波数と被測定物となる容器の内部もしくは容器の蓋の空洞に発生する固有振動の共振周波数とを測定すると、(数1)式の  $f_1$  を決定する温度と後記(数4)式の  $f_3$  を決定する温度はほぼ等しいので、両式より音速cを消去することができ、温度に起因する誤差を低減することができる。

## 【0006】

【実施例】以下、この発明を図面に基づいて説明する。(実施例1) 図1は、この発明の一実施例を示す図である。まず構成を説明すると、音響管1を蓋3を持つ容器2に接続し、ヘルムホルツ共鳴器を構成する。ここで容器2は1辺の長さd、深さhの角柱状の容器とする。容器内部の空気または特定気体を音響的に加振するための



すればよい。他の実施例と同様に上記各式は理想的な条件下での理論式であり、実際の計算式は既知の容積の容器等を用いた較正実験で決定されるため、寸法d、定数 $\rho$ 等の厳密な値は必要としない。

【0011】(実施例4) 図5には本発明の請求項2に関する実施例を示す。この実施例は、長さL、内部断面積Sの音響管1の一端に容積がVの被測定物となる容器\*

$$f_1' = (c/2\pi) \sqrt{S(V+V_0)/LVV_0} \quad \dots \text{(数11)}$$

で与えられる。(数11)式の $f_1'$ と(数4)式の $f_3$ ※※との比をとると

$$V = 1/\left[\left\{\left(f_1'/f_3\right)^2/K\right\} - (1/V_0)\right] \quad \dots \text{(数12)}$$

が得られる。ただし $K = (d/\pi)^2 S/L$ である。ここで容積 $V_0$ が既知であれば(数12)式によって容積Vを求めることができる。

【0012】(実施例5) 図6には請求項2に関する他の実施例を示す。この実施例は図5の実施例と同様、長さL、内部断面積Sの音響管1の一端に容積がVの被測★

$$f_3 = c/(2d)$$

で与えられる。(数13)式と(数11)式との比をとって容積Vを求めることができる。容積Vは(数12)式と同じ式で与えられる。

### 【0013】

【発明の効果】以上説明してきたように、この発明によれば、ヘルムホルツ共鳴器(主音響共振器)の共振周波数 $f_1$ と、容器内に発生する定在波もしくは容器の蓋の空洞に発生する定在波の周波数 $f_3$ との比により容器容積Vを求める構成とした。共振周波数 $f_1$ と $f_3$ を決定する温度は同じで、各々の周波数を与える音速cも同じ値となり、比をとって消去することができる。容器内に温度勾配があつても、両共振周波数の音速値が同じであるから、安定して、正確な容積Vを求めることができる。各実施例は、それぞれ上記共通の効果に加えて、さらに以下のような効果がある。すなわち図5、図6の例は外部からの騒音の遮断に優れており、また図3、図4、図6の例は定在波発生部が蓋側にあり、容器によらず常に一定寸法を保ち得るため、容積V測定精度に優れる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の音響式容積計の第1の実施例を示す音響共振器の断面図と演算制御回路のブロック図。

\* 2が接続され、他端に容積 $V_0$ の他の容器16を接続した系になっている。20はハンドル、21はスピーカ4とマイクロホン5に接続された配線を取り出すための端子である。本実施例の音響共振器は、いわゆるヘルムホルツ共鳴器ではなく、音響管1の両端に2つの空洞が接続された系であり、共振周波数 $f_1'$ は

$$\dots \text{(数11)}$$

で与えられる。(数11)式の $f_1'$ と(数4)式の $f_3$ ※※との比をとると

$$V = 1/\left[\left\{\left(f_1'/f_3\right)^2/K\right\} - (1/V_0)\right] \quad \dots \text{(数12)}$$

★定物となる容器2が接続され、他端に容積 $V_0$ の他の容器16を接続した系になっている。20はハンドル、21はスピーカ4とマイクロホン5に接続された配線を取り出すための端子である。さらに容器の蓋3の内部に定在波が発生しやすい空洞を設けている。長さがdの円筒状空洞が設けられていると定在波の周波数 $f_3$ は

$$\dots \text{(数13)}$$

【図2】伝達関数特性図。

【図3】本発明の音響式容積計の第2の実施例の音響共振器(a)および(b)の断面図。

【図4】本発明の音響式容積計の第3の実施例を示す音響共振器の断面図と円筒状空洞に発生する定在波の振動モードを示す図。

【図5】本発明の音響式容積計の第4の実施例を示す音響共振器の断面図。

【図6】本発明の音響式容積計の第5の実施例を示す音響共振器の断面図。

### 【符号の説明】

1	…音響管	10	…マイクロホン
2	…容器	11	…C P U
3	…蓋	12	…メモリ
4	…音源	13	…出力装置
5	…マイクロホン	14	…測定スイッチ
6	…演算制御手段	15	…空洞
7	…F F T アナライザ	16	…容器
8	…発振器	20	…ハンドル
9	…音源用アンプ	21	…端子

30 用アンプ

2 …容器

3 …蓋

4 …音源

5 …マイクロホン

6 …演算制御手段

7 …F F T アナライザ

8 …発振器

9 …音源用アンプ

11 …C P U

12 …メモリ

13 …出力装置

14 …測定スイッチ

15 …空洞

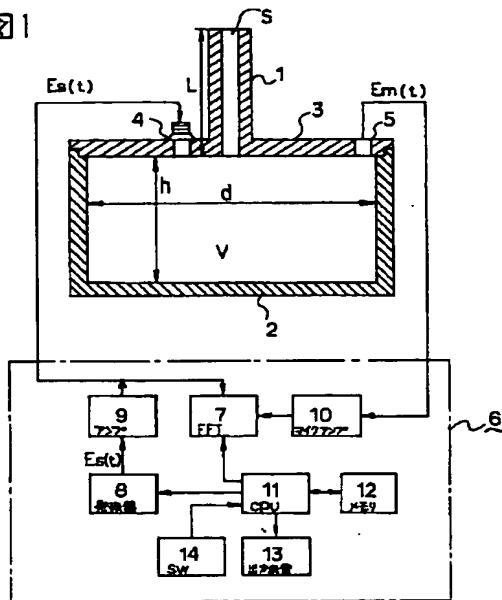
16 …容器

20 …ハンドル

21 …端子

【図1】

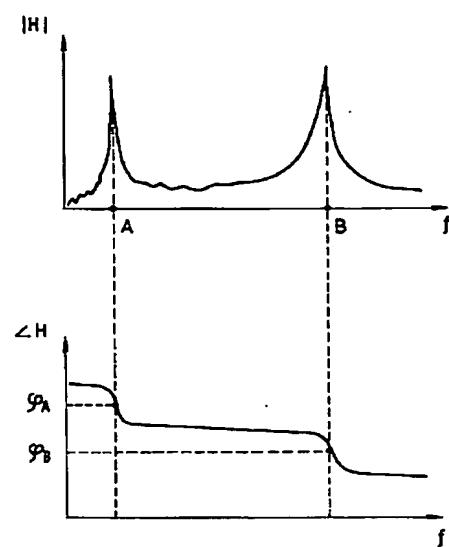
図1



1…音響管	8…発振器
2…容器	9…音源用アンプ
3…蓋	10…マイクロホン用アンプ
4…音源	11…CPU
5…マイクロホン	12…メモリ
6…演算制御手段	13…出力装置
7…FFTアナライザ	14…測定スイッチ

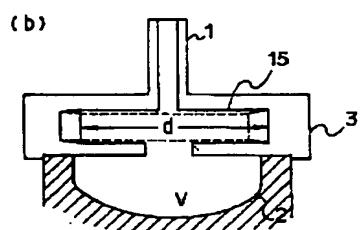
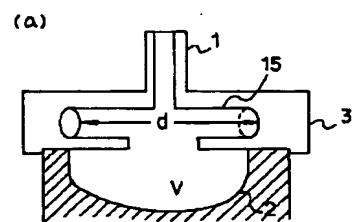
【図2】

図2



【図3】

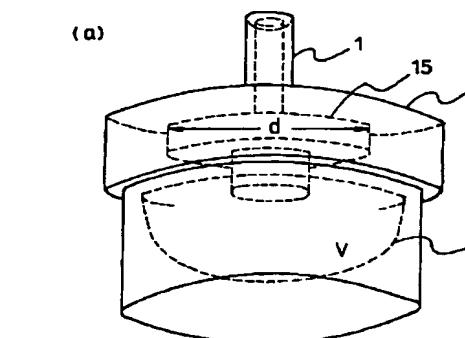
図3



1…音響管  
2…容器  
3…蓋  
15…空洞

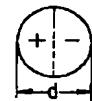
【図4】

図4



(a)

$$\text{1次周モード} f_{10} = \rho_{10} \frac{c}{\pi \cdot d}$$



$$\text{2次周モード} f_{20} = \rho_{20} \frac{c}{\pi \cdot d}$$



$$\text{1次径モード} f_{01} = \rho_{01} \frac{c}{\pi \cdot d}$$



点線-----は振動の節

1…音響管

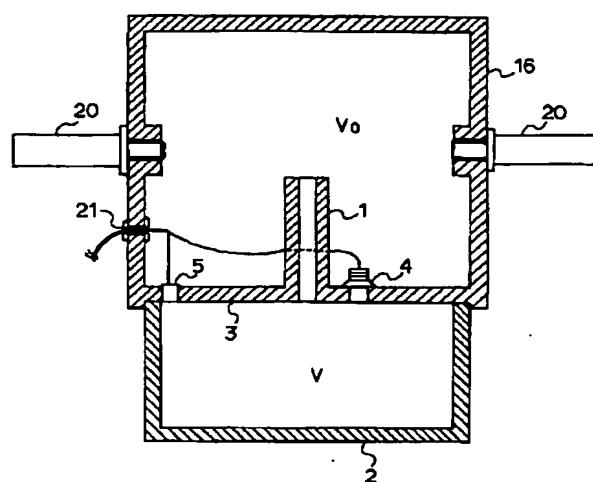
2…容器

3…重

15…空洞

【図5】

図5



1…音響管

2…容器

3…重

4…音源

5…マイクロホン

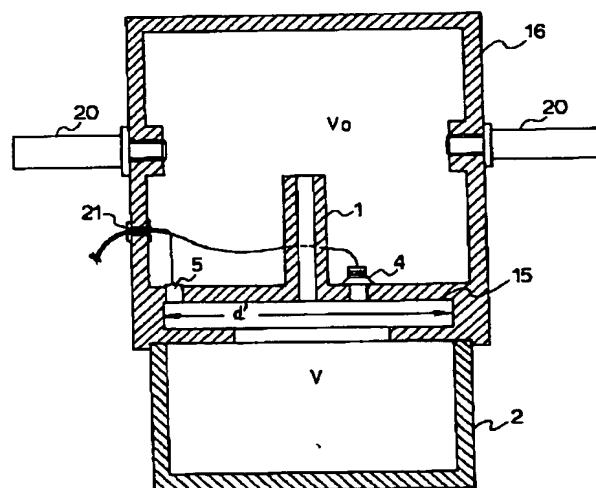
16…容器

20…ハンドル

21…端子

【図6】

図6



1…音響管

2…容器

3…重

4…音源

5…マイクロホン

15…空洞

16…容器

20…ハンドル

21…端子